

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-117453

(43) 公開日 平成8年(1996)5月14日

(51) Int.Cl.⁴

A 6 3 K 3/00

G 0 1 L 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

J

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平6-328690

(22) 出願日 平成6年(1994)12月28日

(31) 優先権主張番号 特願平6-206889

(32) 優先日 平6(1994)8月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002381

株式会社精工舎

東京都中央区京橋2丁目6番21号

(72) 発明者 横倉 三郎

東京都八王子市桐田町520番地の9

(72) 発明者 鈴木 昇

東京都小金井市貫井南町3丁目3番22号

(72) 発明者 野▲崎▼ 忠信

東京都三鷹市深大寺3丁目16番11号

(72) 発明者 金子 敬二

東京都府中市是政1丁目44番地の22

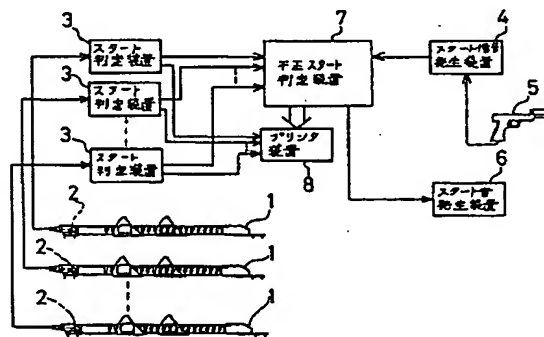
(74) 代理人 弁理士 松田 和子

(54) 【発明の名称】 動作判定装置

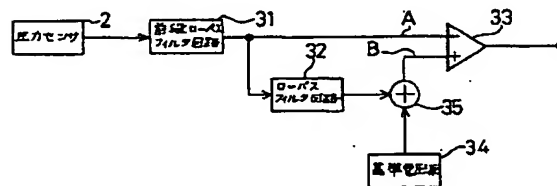
(57) 【要約】

【目的】 検出対象の特定の動作を、遅滞なく確実に検出することのできる動作判定装置を提供することにある。

【構成】 スターティングブロック1に装着された圧力センサ2からスターティングブロック1に競技者が加える圧力に応じた電圧値の信号が出力される。この信号は前段ローパスフィルタ回路31を介して500Hz以上のノイズ成分を除去される。前段ローパスフィルタ回路31の出力は5Hzの遮断周波数のローパスフィルタ回路32を介した後、所定の基準電圧を加算された後に比較回路33に出力される。比較回路33はこの信号と前段ローパスフィルタ回路31を介した信号とを比較する。ここで、競技者がスタート動作を行うと、圧力センサ2からは上記遮断周波数以上の周波数成分が発生し、ローパスフィルタ回路32からの信号の位相が前段ローパスフィルタ回路31のそれより遅れ、比較回路33より出力が発生する。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 検出対象によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、この圧力センサの出力信号を受け、上記検出対象の特定の動作に伴って上記圧力センサから特定周波数の信号が発生したとき出力を生じる検出回路とを具備したことを特徴とする動作判定装置。

【請求項2】 上記検出回路は上記特定周波数の信号を受けたとき、入力信号と出力信号との間に位相のずれが生じる移相回路と、上記位相のずれが生じたときに出力を生じる位相ずれ検出回路とを具備したことを特徴とする請求項1記載の動作判定回路。

【請求項3】 上記移相回路は、上記圧力センサの出力信号を受け、上記特定周波数を通過または遮断するフィルタ回路であることを特徴とする請求項3記載の動作判定装置。

【請求項4】 検出対象によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、上記圧力センサの出力信号を受け、上記検出対象の特定の動作に伴って上記圧力センサから生じる出力信号に含まれる特定周波数より高い周波数を遮断するローパスフィルタ回路と、上記圧力センサの出力信号と上記ローパスフィルタ回路の出力信号とを受け、上記圧力センサの出力信号に対する上記ローパスフィルタ回路の出力信号の位相の遅れを検出する位相ずれ検出回路とを具備したことを特徴とする動作判定装置。

【請求項5】 上記圧力センサは歪ゲージ型センサであることを特徴とする請求項4記載の動作判定装置。

【請求項6】 上記圧力センサの出力信号は、上記特定周波数より十分高い遮断周波数を有する前段ローパスフィルタ回路を介して上記ローパスフィルタ回路および上記位相ずれ検出回路に供給されることを特徴とする請求項4記載の動作判定装置。

【請求項7】 上記位相ずれ検出回路は、上記ローパスフィルタ回路の出力信号に所望の基準電圧を加算して出力する加算回路と、この加算回路の出力信号と上記圧力センサの出力信号とを受け、上記圧力センサの出力信号が上記加算回路の出力信号を越えたときに出力を生じる比較回路とを具備したことを特徴とする請求項4記載の動作判定装置。

【請求項8】 上記所望の基準電圧は、上記圧力センサの出力信号にほぼ定常的に混入するノイズ信号よりやや高い電圧に設定してあることを特徴とする請求項4記載の動作判定装置。

【請求項9】 検出対象によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、この圧力センサの出力信号を受け、不要な周波数成分を遮断する前段ローパスフィルタ回路と、この前段ローパスフィルタ回路の出力信号を受け、上記

検出対象の特定の動作に伴って上記圧力センサから生じる出力信号に含まれる特定周波数より高い周波数を遮断するローパスフィルタ回路と、このローパスフィルタ回路の出力信号に所望の基準電圧を加算して出力する加算回路と、この加算回路の出力信号と上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号とを受け、上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号が上記加算回路の出力信号を越えたときに出力を生じる比較回路とを具備したことを特徴とする動作判定装置。

【請求項10】 競技用スターティングブロックに装着され、競技者によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、上記圧力センサの出力信号を受け、上記競技者のスタート動作に伴って上記圧力センサから生じる出力信号に含まれる特定周波数の信号が発生したとき出力を生じる検出回路とを具備したことを特徴とする動作判定装置。

【請求項11】 請求項10記載の動作判定装置において、スタート音発生装置と、スタート音の発生タイミングと上記検出回路からの出力の発生タイミングとからフォールススタート（不正スタート）を判定する判定回路とを設けたことを特徴とする動作判定装置。

【請求項12】 上記検出回路は上記特定周波数の信号を受けたとき、入力信号と出力信号との間に位相のずれが生じる移相回路と、上記位相のずれが生じたときに出力を生じる位相ずれ検出回路とを具備したことを特徴とする請求項10記載の動作判定回路。

【請求項13】 上記移相回路は、上記圧力センサの出力信号を受け、上記特定周波数を通過または遮断するフィルタ回路であることを特徴とする請求項12記載の動作判定装置。

【請求項14】 競技用スターティングブロックに装着され、競技者によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、上記圧力センサの出力信号を受け、上記競技者のスタート動作に伴って上記圧力センサから生じる出力信号に含まれる特定周波数より高い周波数の信号を遮断するローパスフィルタ回路と、上記圧力センサの出力信号と上記ローパスフィルタ回路の出力信号とを受け、上記圧力センサの出力信号に対する上記ローパスフィルタ回路の出力信号の位相の遅れを検出する位相ずれ検出回路とを具備したことを特徴とする動作判定装置。

【請求項15】 請求項14記載の動作判定装置において、スタート音発生装置と、スタート音の発生タイミングと上記位相ずれ検出回路からの出力の発生タイミングとからフォールススタート（不正スタート）を判定する判定回路とを設けたことを特徴とする動作判定装置。

【請求項 1 6】 上記圧力センサは歪ゲージ型センサであることを特徴とする請求項 1 4 記載の動作判定装置。

【請求項 1 7】 上記圧力センサの出力信号は、上記特定周波数より十分高い遮断周波数を有する前段ローパスフィルタ回路を介して上記ローパスフィルタ回路および上記位相ずれ検出回路に供給されることを特徴とする請求項 1 4 記載の動作判定装置。

【請求項 1 8】 上記位相ずれ検出回路は上記ローパスフィルタ回路の出力信号に所望の基準電圧を加算して出力する加算回路と、この加算回路の出力信号と上記圧力センサの出力信号とを受け、上記圧力センサの出力信号が上記加算回路の出力信号を越えたときに出力を生じる比較回路とからなることを特徴とする請求項 1 4 記載の動作判定装置。

【請求項 1 9】 上記所望の基準電圧は、上記圧力センサの出力信号にほぼ定常的に混入するノイズ信号よりやや高い電圧に設定してあることを特徴とする請求項 1 8 記載の動作判定装置。

【請求項 2 0】 競技用スターティングブロックに装着され、競技者によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、この圧力センサの出力信号を受け、不要な周波数成分を遮断する前段ローパスフィルタ回路と、この前段ローパスフィルタ回路の出力信号を受け、上記競技者のスタート動作に伴って上記圧力センサから生じる出力信号に含まれる特定周波数より高い周波数を遮断するローパスフィルタ回路と、このローパスフィルタ回路の出力信号に所望の基準電圧を加算して出力する加算回路と、この加算回路の出力信号と上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号とを受け、上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号が上記加算回路の出力信号を越えたときに出力を生じる比較回路とを具備したことを特徴とする動作判定装置

【請求項 2 1】 請求項 2 0 記載の動作判定装置において、スタート音発生装置と、スタート音の発生タイミングと上記比較回路からの出力の発生タイミングとからフォールススタート（不正スタート）を判定する判定回路とを設けたことを特徴とする動作判定装置。

【請求項 2 2】 競技用スターティングブロックに装着され、競技者によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、上記圧力センサの出力信号を受け、上記競技者のスタート動作に伴って上記圧力センサから生じる出力信号に含まれる特定周波数より低い周波数を遮断するハイパスフィルタ回路と、上記ハイパスフィルタ回路の出力信号と所望の基準電圧とを比較し、上記ハイパスフィルタ回路の出力信号が上記基準電圧を越えたときに出力を生じる比較回路とを具

備したことを特徴とする動作判定装置。

【請求項 2 3】 請求項 2 2 記載の動作判定装置において、上記圧力センサと上記ハイパスフィルタとの間に上記圧力センサの出力信号に含まれる不要な周波数成分を遮断する前段ローパスフィルタ回路を設けたことを特徴とする動作判定装置。

【請求項 2 4】 請求項 2 2 記載の動作判定装置において、スタート音発生装置と、スタート音の発生タイミングと上記比較回路からの出力の発生タイミングとからフォールススタート（不正スタート）を判定する判定回路とを設けたことを特徴とする動作判定装置。

【請求項 2 5】 競技用スターティングブロックに装着され、競技者によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、この圧力センサの出力信号を受け、不要な周波数成分を遮断する前段ローパスフィルタ回路と、上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号を受け、上記競技者のスタート動作に伴って上記圧力センサから生じる出力信号に含まれる特定周波数より高い周波数を遮断するローパスフィルタ回路と、上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号と上記ローパスフィルタ回路の出力信号とを受け、上記ローパスフィルタ回路の出力信号にそれぞれ所望の基準電圧を加算、減算して定まる二つの信号に挟まれる範囲から、上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号がはずれたことを検出して出力を生ずるウインドコンパレータとを具備したことを特徴とする動作判定装置。

【請求項 2 6】 請求項 2 5 記載の動作判定装置において、スタート音発生装置と、スタート音の発生タイミングと上記ウインドコンパレータからの出力の発生タイミングとからフォールススタート（不正スタート）を判定する判定回路とを設けたことを特徴とする動作判定装置。

【請求項 2 7】 上記ウインドコンパレータは、上記ローパスフィルタ回路の出力信号に所望の第 1 の基準電圧を加算して出力する加算回路と、上記ローパスフィルタ回路の出力信号に所望の第 2 の基準電圧を減算して出力する減算回路と、上記加算回路の出力信号と上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号とを受け、上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号が上記加算回路の出力信号を越えたときに出力を生じる第 1 の比較回路と、上記減算回路の出力信号と上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号とを受け、上記前段ローパスフィルタ回路の出力信号が上記減算回路の出力信号より低くなったときに出力を生じる第 2 の比較回路と、第 1、第 2 の比較回路の何れかに出力を生じたときに出力を発生する判定回路とからなることを特徴とする請求項 2 5 記載の動作判定装置。

【請求項 2 8】 第 1、第 2 の基準電圧は上記圧力セン

サの出力信号にほぼ定常的に混入するノイズ信号より高い電圧に設定してあることを特徴とする請求項27記載の動作判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は動作判定装置に関し、特に検出対象の特定の動作を判定する動作判定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、100m走等の短距離トラック競技においては、スタート時のフォールススタート（不正スタート）判定を厳格に行う必要があるが、一般的にはスタータが目視で不正スタート判定を行っており、その判定結果にばらつきを生じることが避けられない。

【0003】そこでフォールススタート判定を自動的に行うための判定装置が一部で実用化されてきている。これは、スタート音の発生タイミングと、競技者のスタートのタイミングとから不正スタート（すなわち、フライング、フェールと称される行為。）判定を行うものである。このような判定装置において、競技者のスタートのタイミングは、以下に述べるようなスタート判定装置を用いて判定されている。

【0004】スタート判定装置は、スターティングブロックに圧力センサが設けられており、競技者がスターティングブロックに加える圧力に応じた出力電圧を常時検出してこの出力電圧を、予め、スタートの際に一般的な競技者がスターティングブロックを蹴るときの圧力に相当すると定めた所定値と比較し、出力電圧が所定の値を越えたときに競技者がスタートしたと判定するものである。

【0005】このスタート判定装置には、図15に示すようなスターティングブロック（この種のものとして国内では、（株）精工舎製、FL2型スターティングブロックがある。）を用いている。図15aにこのスターティングブロックの平面を示し、同図bに側面を示し、同図cに同図AA線断面を示してある。このスターティングブロックは、固定用の台座91を有するメインフレーム92と、フットプレート93を装着するための複数の装着溝94を両側面に有する断面凹字型のサブフレーム95とからなり、サブフレーム95の凹部にメインフレーム92が嵌るように、メインフレーム92にサブフレーム95が懸下されている。ここで、メインフレーム92にサブフレーム95を95懸下する懸下部材96～98は、図15に詳しく図示しないが、メインフレーム92内部の底面のそれぞれの定位置で摺動可能に納められるとともに、その一部がメインフレーム92の下面から露出する部材であり、その露出部にサブフレーム95をネジ止めしてこれを懸下するのである。これにより、競技者がフットプレート93、93に足を掛けてこれを後方に押圧することにより、サブフレーム95は僅かに後方

に摺動（最大1.3mmまで任意に設定可能。）するようになっている。また、懸下部材96～98の内、最も後方に位置する懸下部材96はメインフレーム内部に設けられた軸体99に結合されている。この軸体99は、競技者がスターティングブロックに足をかけた際に、サブフレーム95とともに僅かに動き、軸体99の軸端に対向してメインフレーム内部に固定されて設けられた圧力センサ100を押圧する。これにより、圧力センサ100にフットプレート93、93に加えられる圧力（加重）がほぼそのまま加えられ、圧力センサ100はこの圧力に応じた電圧の信号を常時出力する。なお、この圧力センサ（加重センサ）100は歪ゲージ型の圧力センサであり、例えば、（株）共和電業製、LM-200KS等がある。

【0006】このスタート判定装置の回路構成は、図16に示すとおりであり、圧力センサ100の出力信号は、ローパスフィルタ101を介してノイズ成分を除去された後、比較回路102に出力される。この圧力センサ100の出力信号は、一般的な競技者を例にとると図17Aに示すようなものとなる。同図Aにおいては、横軸と縦軸をそれぞれ時間および圧力センサ100に加わる圧力（圧力センサ100の出力電圧に相当する。）としてあり、時間軸において、図示していないが、スタート音等を発生させるためのスタート信号発生装置からスタート信号が発生したタイミングを0sとしてある。

【0007】比較回路102は、圧力センサ100の出力信号の電圧と基準電圧源103からの基準電圧とを比較しており、出力信号の電圧が基準電圧を越えた際に出力を発生する。この基準電圧は、一般的な競技者がスターティングブロックに足をかけた際に圧力センサ100に加わる圧力（通常、高くても5Kg～15Kg程度である。）より高い圧力、例えば23Kgが加わった際の圧力センサ100の出力信号の電圧に設定されている。すなわち、競技者がスタート動作に入ってスターティングブロックを蹴ると、圧力センサ100の出力信号が立ち上がり、圧力センサ100に加わる圧力が23Kgを越えて圧力センサ100の出力信号が基準電圧を越えたときに比較回路102より出力が発せられる。この比較回路102の出力をもって競技者のスタートと判定している。この比較回路102の出力は図17Bに示すようになる。

【0008】なお、同図に示す約1.4sのタイミングにおいて、圧力センサ100には23Kg以上の圧力が加わって比較回路102より出力が生じることがある。これは競技者が「用意」の態勢に移る際のものであり、このように、「用意」の態勢に移る際にも圧力センサ100には競技者が静止している場合より強い圧力が加わり、23Kgを越える場合がある。しかしながら、実際にスタート判定装置を使用する際には、スタート音が発生させるためのスタート信号発生装置からのスタート信号

の発生とスタート判定装置の出力との時間差から不正スタート判定を行っており、このスタート信号発生装置の出力を用いて、スタート音発生より0.5s以前に比較回路102から発生した出力はキャンセルされるように構成されているので、「用意」の態勢に移る際の比較回路の出力はスタート判定には用いられないのである。このため、図17Bでは、スタート音発生後の比較回路の出力（立下りエッジ）がスタート判定として用いられる。この出力が0sより前（但し、-0.5s以内）または0sから0.1s以内において発生した場合は不正スタートと見なすのである。通常、スタート音を聞いてからスタート動作を起こした場合、スタート音から0.1s以内でスタートすることは不可能であるため、不正スタートの判定基準をこのように設定している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したような判定装置では、圧力センサに加わる圧力が所定の値（ここでは、23Kgに設定してある。）を越えてはじめてスタートしたものと判定するものであるため、以下のような問題を生じていた。もっとも大きな問題は、実際のスタート動作よりもかなり遅れて判定が発生してしまうことと、この遅れ時間が競技者の蹴る力によって大きくばらつくことである。この点について、図18、19にそれぞれ示した蹴る力の強い男子競技者と蹴る力の弱い女子競技者の実測データに基づいて説明する。

【0010】まず、図18においては、スタート音の発生から約130ms後にスタート動作を起こしているが、23Kgに達して判定出力が発生するのは158msであり、約28msの遅れを生じる。

【0011】一方、図19においては、実際には約160msにおいてスタート動作を起こしているが、女子競技者で蹴る力が弱いため、205msにおいて23Kgに達し、実際より約75ms遅れて判定出力が発生することになってしまう。そのため、実際には不正スタートであるにも拘らず、適正スタートと判定されることがある。

【0012】ところで、上記遅れ時間は、判定基準となる圧力を23Kgより低い値に設定すれば、上記より短くすることができるが、これ以上低くすると、ノイズやその他の要因によって誤動作する危険性が增大してしまうため、23Kgが実用的な値として用いられている。

【0013】上記の他に、ロッキングスタートの判定に不都合を生じるという問題がある。ロッキングスタートは、最初にスターティングブロックを数回踏み込んで反動をつけてから、スターティングブロックを蹴ってスタートするスタート方法である。このロッキングスタートによる圧力センサの出力信号は、図20に示されるように、最初の踏み込みによる立上がりから、一度立ち上がり途絶えた後、蹴りにより再び立ち上がる波形となる。図20に示す実測データでは、スタート音発生後の0.1s経過以前に最初の踏み込みによる立上がりがあ

り、既にロッキングスタートに入っているため、「用意」の態勢に入ってからスタート音発生後の0.1sまでは静止状態にないと不正スタートと判定することから、不正スタートと判定されねばならない。しかしながら、スターティングブロックを最初に数回踏み込む動作によって圧力センサに加わる圧力は23Kg未満であるため、スタート判定されることはなく、不正スタートであるにも拘らず、その判定が出来ない。

【0014】このように、従来のスタート判定装置では、圧力センサに加わる圧力の絶対値でスタート判定しているため、判定に遅れが生じる他、圧力が小さい場合には、スタート動作に入っているにも拘らずスタート判定出来ないことがあった。

【0015】そこで、本発明の目的は、検出対象の特定の動作を、遅滞なく確実に検出することのできる動作判定装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】検出対象によって加えられる圧力に応じた電圧の信号を出力する圧力センサと、この圧力センサの出力信号を受け、上記検出対象の特定の動作に伴って上記圧力センサから特定周波数の信号が発生したとき出力を生じる検出回路とにより動作判定装置を構成することにより、上記目的を達成する。

【0017】ここで、上記検出回路は上記特定周波数の信号を受けたとき、入力信号と出力信号との間に位相のずれが生じる移相回路と、上記位相のずれが生じたときに出力を生じる位相ずれ検出回路とからなることが好ましい。

【0018】また、上記移相回路は、上記圧力センサの出力信号を受け、上記特定周波数を通過または遮断するフィルタ回路であることが好ましい。

【0019】のスタート信号を受けてスタート音を発生するように構成しても良い。

【0020】不正スタート判定装置7は、CPU、RAM、ROM等からなり、スタート信号の発生タイミングと、各スタート判定装置からのスタート判定信号の発生タイミングとから不正スタート判定を行う、すなわち、スタート信号の発生から0.1s経過以前にスタート判定信号が発生した際には不正スタートと判定する。また、不正スタート判定信号が発生されると、スタート音発生装置を再駆動してリコールを告げる。

【0021】また、8はプリンタ装置であり、各スタート判定装置3からは圧力センサ2に加わる圧力に相当する信号を、不正スタート判定装置からはスタートタイミング、スタート判定タイミング等のタイミング情報を受けており、これらを記録するとともに、所定のマニュアル操作により、所望のスターティングブロックに対応した圧力センサ2に加わる圧力の時間変化およびスタート判定タイミングを示すグラフをプリントアウトする。

【0022】次に、スタート判定装置3の詳細について

説明する。このスタート判定装置3は、本発明の動作判定装置の主要部をなすものであり、まず、その動作原理を述べる。この動作原理は、競技者のスタート動作の前後に圧力センサから出力される信号の周波数特性に基づいたものであり、その信号特性を図2のA、Bに示す。図2のA、Bは競技者のスタート動作の前後の圧力センサの信号の周波数スペクトルを解析した結果を示してあり、X軸は周波数(Hz)を、Y軸は電圧を、Z軸は時間をそれぞれ表している。また、図2のA、BはそれぞれX軸のスケールを変えて同じ波形を示したものであり、同図Aには0Hzから200Hzまでの周波数帯を示し、同図のBには0Hzから50Hzまでの周波数帯を示してある。同図から解るように、競技者が「用意」の態勢に入ってから静止状態にある際は、競技者が圧力センサに加える圧力に依らず、言い替えれば、圧力センサからの信号の電圧値に依らず、圧力センサからの信号の主な周波数成分はほぼ1Hz〜2Hz以下である。このときの周波数を仮に背景周波数と言うこととすると、競技者がスタート動作を行うと、圧力センサからの信号には上記背景周波数以上の周波数が生じる。図2に示すものについて具体的に述べると、競技者はタイミングTの直前にスタート動作を起こしており、タイミングTにおいて圧力センサからは、3Hz〜25Hz(個人差により上限は変わるが、ほぼ数10Hz程度である。)位までの周波数成分が新たに発生する。なお、このときこの信号の波形はインパルス的な波形となり、図2Aに示すように数100Hz以上の高調波成分も多く含んでいる。

【0023】本例のスタート判定装置3の動作原理は、このスペクトル解析の結果を用いたものであり、特定動作、すなわち、ここでいうスタート動作を、それに伴う圧力センサからの信号の周波数成分の変化(図2に示したほぼタイミングTにて起こる周波数成分の変化)をフィルタ回路を用いることにより位相の変化として判定するものである。これによって、スタート動作の際に圧力センサに加わる圧力の絶対値に依らずスタート動作を遅滞なく確実に判定可能となり、上述の従来のものの有する課題を解決できる。

【0024】この動作原理を実現させるスタート判定装置3は、圧力センサ2の出力信号を受け、検出対象としての競技者のスタート動作に伴って圧力センサ2から特定周波数の信号が発生したとき出力を生じる検出回路を用いるものである。この検出回路は、特定周波数の信号を受けたとき、入力信号と出力信号との間に位相のずれが生じる移相回路と、上記位相のずれが生じたときに出力を生じる位相ずれ検出回路とから構成できる。ここで、移相回路としては、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ、オールパスフィルタの何れをも用いることができる。つまり、これらフィルタ回路の、入力信号の周波数が特定周波数に移行するに従って入力信号の位相に対して出力信号の位相が変化すると

いう特性を用いたのである。実際には、ここでいう特定周波数は数Hz〜数10Hz程度の範囲で適宜に決定されるものであり、現在、この周波数帯の遮断周波数を有するハイパスフィルタを実現することは難しく、ローパスフィルタを用いることが適当である。そして、位相ずれ検出回路は、圧力センサ2からの信号、移相回路からの信号に特定の基準電圧を加算した信号とを比較して出力を生じる比較回路により実現できる。

【0025】なお、図2のタイミングT以降、圧力センサからの信号には高調波成分も多く含まれており、この高調波成分を特定周波数として検出するようにしても良い。この高調波成分は一般的なハイパスフィルタにより検出できるが、図2のAからも解るように高調波成分

(数100Hz以上)はタイミングTの信号よりもその後の信号に多く含まれているため、この場合、タイミングTより遅れて検出されることとなる。この点からも数Hz〜数10Hz程度(特に3Hz〜20Hzが好ましい。)の範囲内の特定周波数にて入力信号の位相に対して出力信号の位相が遅延されるローパスフィルタからなる移相回路を用いて検出することが好ましい。

【0026】本例では、移相回路としてローパスフィルタを用いることとし、スタート判定装置3の構成を図1bを参照しながら詳細に述べる。図1bにおいて、31は前段ローパスフィルタ回路であり、圧力センサ2の出力する信号に含まれる不要な周波数成分を除去する為のものであり、500Hzの遮断周波数を有するクロックドキャパシタ型のローパスフィルタ回路を使用することとする。なお、前段ローパスフィルタ回路31は不要な周波数成分にのるノイズを除去するものであり、特に設けなくとも良い。すなわち、後述する基準電圧の設定次第でこのようなノイズを除去することができるのである。

【0027】32はローパスフィルタ回路であり、前段ローパスフィルタ回路31を介して不要な周波数成分を除去された圧力センサ2からの信号を受ける。ローパスフィルタ回路32の遮断周波数は背景周波数成分より高く、競技者のスタート動作により圧力センサの出力信号に生じる特定周波数の少なくとも一部を遮断する周波数に設定してある。本例では、5Hzを遮断周波数としたクロックドキャパシタ型のローパスフィルタである。すなわち、ローパスフィルタ回路32は、スタート動作に伴って生じる5Hz以上の特定周波数を受けたとき位相のずれ、すなわち、遅れを生じる移相回路をなす。

【0028】33は比較回路であり、前段ローパスフィルタ回路31を介して不要成分を除去された圧力センサ2からの信号と、ローパスフィルタ回路32からの信号に基準電圧源34からの基準電圧を加算回路35により加算した信号とを受け、これらの信号を大小比較する。すなわち、当初、基準電圧を加算されたローパスフィルタ回路32からの信号は、前段ローパスフィルタ回路31を介した圧力センサ2からの信号より基準電圧分だけ

高い電圧値となっており、比較回路31の出力は“H”となっているが、圧力センサ2からの信号の周波数が遮断周波数近傍になると、ローパスフィルタ回路32からの信号の位相は、圧力センサ2からの信号のそれより遅れ、基準電圧を加算されたローパスフィルタ回路32からの信号の電圧値よりも、前段ローパスフィルタ回路31を介した圧力センサ2からの信号の電圧値が高くなったとき比較回路33の出力が“L”となるのである。以上の比較回路33、基準電圧源34、加算回路35より位相ずれ検出回路は構成される。

【0029】ここで、基準電圧は、競技者の体の微弱な揺れにより圧力センサ2に加わる圧力の変動により、前段ローパスフィルタ回路31を介した圧力センサ2の出力信号にほぼ定常的に混入するノイズ信号よりやや高い電圧に設定してある。一般には、競技者の体の揺らぎによる圧力の変動幅は2Kg～3Kg程度であるため、それよりやや大きな5Kgの圧力を加えた際の圧力センサ2からの信号の電圧値に相当する値に基準電圧を設定してある。すなわち、ローパスフィルタ回路32からの信号を前段ローパスフィルタ回路31を介した圧力センサ2からの信号より上記基準電圧分だけ高い電圧値に設定することにより、比較回路33が競技者の体の揺れにより圧力センサ2の出力信号に混入するノイズ信号に反応して出力を発することを避けるのである。

【0030】次に以上のように構成されるスタート判定装置3の動作について説明する。

【0031】ここでは、競技者がスターティングブロック上で「用意」の態勢に入ってから、スターティングブロックを蹴ってスタートする迄の動作について述べる。前段ローパスフィルタ回路31を介した圧力センサ2からの信号、すなわち、端子Aの信号を図3のAに示し、基準電圧を加算されたローパスフィルタ回路32からの信号、すなわち、端子Bの信号を同図のBに示す。図3では、縦軸に圧力センサ2に加わる圧力（圧力センサ2からの信号の電圧値に対応する。）をとってあり、横軸に時間をとってある。なお、横軸の原点は、上述のスタート信号の発生タイミングである。

【0032】ここで、競技者がスターティングブロック上で「用意」の態勢にある間、圧力センサ2からの信号は図2に示したように1Hz～2Hz程度以下の周波数成分が主であるため、ローパスフィルタ回路32においては、入力信号に対する出力信号の位相の遅れはほぼないものといえる。このローパスフィルタ回路32からの信号に基準電圧を加算した端子Bの信号は図3に示すように、端子Aの信号より高い電圧値になっており、比較回路33の出力は“H”となっている。

【0033】ここで、競技者がスタート動作を行うと、圧力センサに加えられる圧力が増大してその出力電圧が上昇するとともに図2に示したように圧力センサ2からの信号には3Hz以上の周波数成分が新たに発生する。ロ

ーパスフィルタ回路32にはその遮断周波数（ここでは5Hzとする。）より高い周波数成分が入力されるため、入力信号に対する出力信号の位相に遅れを生ずる。このため、端子Bの信号は端子Aの信号の電圧値の立上がり遅れて立ち上がることとなり、図3に示すように、競技者がスタート動作を開始すると、端子Aの電圧値が端子Bの電圧値を越え、比較回路33から出力“L”を生じる。図3では、スタート信号の発生から146msのタイミングでスタート動作を起こし、154msのタイミングT2に比較回路33から出力“L”を生じる。この比較回路33の出力をもって競技者がスタート動作を行ったものと判定する。

【0034】これに対し、上述した従来のもののように圧力センサに23Kg以上の圧力が加わったときにスタート判定を行うと、スタート信号の発生から183msのタイミングT5にスタート判定されることになる。このように、本例のスタート判定装置は従来のものに比べて遅滞なくスタート判定を行うことができる。

【0035】なお、基準電圧を、圧力センサ2に3Kg、7Kgの圧力を加えた際の圧力センサ2からの信号の電圧値に相当する値に設定した場合、端子Bの信号はそれぞれ、図3のB'、B”に示すようになり、それぞれ、スタート信号の発生から149msのタイミングT1、160msのタイミングT3にスタート判定がなされる。ところで、上記基準電圧は、より低い値に設定することによりスタート動作をより早く判定することができる。しかしながら、基準電圧を低い値に設定するのに従い、上述したような競技者の体の揺らぎ等によるノイズの影響が増大するため、上記のような5Kg程度相当の基準電圧値が好ましい。

【0036】また、異なる3人の競技者について本例のスタート判定装置を用いてスタート判定を行った例につき、スタート信号の発生からスタート迄の間の各競技者による圧力センサ2および比較回路33からの信号をそれぞれ図4、5、6に示す。これら図4、5、6の各図において、A1は圧力センサ2からの信号を示し、B1は、比較回路33からの信号を示してあり、また、T1は圧力センサ2からの信号が23Kgに相当する電圧値に達するタイミング、T2は基準電圧を5Kg相当に設定した場合に比較回路33から出力“L”を生じるタイミングを示してある。

【0037】図4、5の競技者のスタートを比較すると、後者は前者に比べてスターティングブロックを蹴る力が弱く、従来のスタート判定装置のように、圧力センサに加わる圧力が23Kgに達したときをもってスタート判定を行うものでは、先にも述べたように後者のスタート判定は前者に比べ相対的に遅れたものとなっている。このため、従来のものでは、スタート動作の際のスターティングブロックを蹴る力の強弱によりスタート判定のタイミングに変動を生じ、スタート判定タイミングの公

平性に問題があった。これに対して本例のものでは、スターティングブロックを蹴る力の強弱に関わらず、スタート動作開始による圧力センサからの信号の位相のずれを検出してスタート判定とするので、図4、5に示すようにほぼスタート動作の開始とともにスタート判定がなされ、スタート動作を遅滞なく判定することが可能となる。このため、スターティングブロックを蹴る力の強弱によるスタート判定タイミングの不公平性をなくすことも可能となる。

【0038】また、図6の競技者のスタートの場合、上述したロッキングスタートを行っており、従来のスタート判定装置を用いた場合、ロッキングスタート特有の最初の踏み込み動作により圧力センサに加わる圧力が同図に示すように23Kg未満であれば、スタートが開始されているにも拘らずスタート判定ができなかった。このため、スタート信号の発生から0.1s経過以前にスタート動作が開始されているにも拘らず152ms後に行われたと判定され、不正スタートであるのにも拘らず不正スタート判定されないという不具合があった。これに対して本例では、最初の踏み込み動作に対してスタート判定が可能であり、スタート判定はスタート信号の発生から93ms後に行われる。このため、ロッキングスタートに対しても正確な不正スタート判定が可能となる。

【0039】次に、スターティングブロックシステムの動作、特に不正スタート判定動作について図7のフローチャート、および、スタート信号の発生前後2.0s間の圧力センサ2およびスタート判定装置3からの信号を示す図8を参照しながら説明する。なお、図8において、A2は圧力センサ2からの信号を示し、B2は、スタート判定装置3、言い換えれば、比較回路33からの信号を示してある。

【0040】まず、スタータの「用意」の声に従い、図1aに示した各構成要素を「READY」にする（ステップa7）。これにより、不正スタート判定装置7は、各スタート判定装置3～3からの信号の受信を開始し、これらの信号を受けると、これらを記録する（ステップb7）。例えば、競技者はスタータの「用意」の声に従って「用意」の態勢に入るが、この競技者の「用意」の態勢に移る動作により、図8に示すように、タイミングt0、t1においてスタート判定装置3より出力“L”が発生することがあり、これらタイミングt0、t1におけるスタート判定装置3からの信号が不正スタート判定装置7に記録されるのである。これら各スタート判定装置3からの信号の記録は、それぞれのスタート判定装置に対応するコースと対応づけて記録される。

【0041】次にピストル5がトリガされてスタート信号が発生される（ステップc7）と、不正スタート判定装置7は、スタート信号の発生の0.5s以前にスタート判定装置3から発せられた信号を消去する（ステップd7）。すなわち、競技者の「用意」の態勢に移る動作

によりスタート判定装置3から出力された信号と、実際に競技者がスタート動作を行うことにより、スタート判定装置3から出力される信号とを区別するためであり、例えば、図8に示したタイミングt0、t1におけるスタート判定装置3からの信号が消去される。なお、競技者の「用意」の態勢に移る動作により発生した信号と、実際に競技者がスタート動作を行うことにより発生した信号とを区別する判定タイミングはスタート信号の発生以前の0.5sに限るものではなく、スタート信号の発生以前の0.7sを判定タイミングとするなど、この判定タイミングは適宜に設定可能である。

【0042】ここで、不正スタート判定装置7の記録から、0.5s以前にスタート判定装置3から発せられた信号を消去してもなお、スタート判定装置3からの信号の記録があれば（ステップe7）、記録されていた信号を発したスタート判定装置3に対応するコースを不正のあったコースとして図1aに図示していない表示部に表示するとともに、リコールを促す音を発生させ（ステップf7）、不正スタートと判定する（END1）。

【0043】一方、不正スタート判定装置7の記録から0.5s以前にスタート判定装置3から発せられた信号を消去することにより、不正スタート判定装置7の記録が総て無くなっていれば、各スタート判定装置3からの信号を待つ（ステップg7）。何れかのスタート判定装置3からの信号を受けると、スタート信号の発生から0.1s経過しているか否かを判定し（ステップh7）、0.1s経過していなければ、ステップf7の動作を行い、不正スタートと判定する。また、0.1s経過していれば、適正出発と判定する（END2）。例えば、図8においては、タイミングt2におけるスタート判定装置からの信号が、スタート信号の発生から0.1s経過後に発生しているので、適正出発として判定される。

【0044】なお、ステップg7の動作状態にて、スタート信号の発生から1s経過すれば（ステップi7）、競技者のスタートは無かったものと判定する（END3）。なお、競技者のスタートが無かったものと判定する判定タイミングはスタート信号の発生以後1sに限るものではなく、スタート信号の発生以後2sとするなど、適宜に設定可能である。

【0045】以上のように不正スタート判定動作を行う本例のスターティングブロックシステムにおいては、スタート判定装置3を用いて競技者のスタート動作に遅滞なくスタート判定を行うので、これを基にした不正スタート判定も遅滞なく行うことが可能である。これにより、スターティングブロックを蹴る力の異なるさまざまな競技者のスタート動作に対しても従来より正確な不正スタート判定が行える。特に、従来のもものでは不正スタート判定が難しかったロッキングスタートにも対応できる。また、従来のもにおける競技者のスターティングブロックを蹴る力の強弱に依るスタート判定タイミング

の変動による不正スタート判定の不正さをなくすことができる。

【0046】また、プリンタ装置8は、各スタート判定装置3からは圧力センサ2からの信号を受け（なお、ここでは、プリンタ装置8にスタート判定装置3から直接この信号を送ることとするが、不正スタート判定装置7を介して送ることとしても良い。）、不正スタート判定装置7からはこれを介した各スタート判定装置3の信号、スタート信号発生タイミングおよび各スターティングブロック1に対応したスタート判定または不正スタート判定タイミング等のタイミング情報を受けており、これらを各スターティングブロック1に対応して記録している。これらの記録情報は、所望の折りにマニュアル操作をすることにより、図8に示すようなグラフとしてプリントアウトすることができる。このため、図8に示すようなグラフからは競技者の動作が具体的かつ客観的に読み取れるため、競技者にとっては自身のスタート動作の善し悪しの判断指標として、また、スタートにとっては自身のジャッジに対する客観的裏付けとして用いることができる。なお、言うまでもないが、プリンタ装置8は上記不正スタート判定動作とは独立しており、これを設けなくとも上記不正スタート判定動作は行われる。

【0047】また、上記の第一実施例では圧力センサに加わる圧力の強弱に拘らずスタート判定が可能なため、圧力センサとしても従来のもののように、スタート判定とする圧力（23Kg）近傍において厳密な線形性を示す圧力-出力電圧特性をもった圧力センサを用いる必要がなく、圧力と出力電圧の対応付けが可能な程度の圧力-出力電圧特性を示す圧力センサならば使用可能である。すなわち、従来より安価な圧力センサを用いることが可能となる。

【0048】また、上記の第一実施例では、圧力センサとして歪ゲージ型のものを用いることとしたが、これに限るものではない。すなわち、加えられる圧力（加重）に応じた電圧を常時出力するものであれば良い。

【0049】さらに、圧力センサの取付位置も上記の如くスターティングブロックを構成するメインフレームの内部に限らず、さまざまに変更可能である。例えば、図示しないが、フットプレートに圧力センサを設けることとしても良く、この場合にもフットプレートと装着溝との接点に圧力センサを設け、フットプレートと装着溝との間に加わる圧力を受けるように構成したり、フットプレートを装着側と蹴面側とからなる2層積構造としてこの層の間に圧力センサを設け、層間の圧力を受けるように構成したりとさまざまに変更可能である。

【0050】また、上記の第一実施例のスタート判定装置3では移相回路としてローパスフィルタ回路32を用いたが、これに限るものではない。上述したように移相回路としてハイパスフィルタ、バンドパスフィルタを用いたスタート判定装置を構成することも可能であり、例

えば、ハイパスフィルタを用いた場合、図9のような回路構成になる。同図において図1bと同じ番号は同じ構成要素を示してある。圧力センサ2からの信号は前段ローパスフィルタ回路31を介してハイパスフィルタ回路36に出力される。このハイパスフィルタ回路36はスタート動作に伴い圧力センサ2から出力される信号の特定周波数以上の周波数成分を通過させる（例えば、遮断周波数を10Hz程度に設定する。）ように構成されたものであり、上述したような特定周波数の入力信号の位相に対して出力信号の位相に変化を生じる。すなわち、図9の回路構成では上記の第一実施例と同様に、このハイパスフィルタ回路36の出力信号の特定周波数成分における入力信号に対する位相ずれ（入力信号に対して出力信号の位相は進んでいる。）を検出することによりスタート判定とする。この位相ずれを検出する回路構成は、前段ローパスフィルタ回路31の出力の直流成分を除去するトランス37と、トランス37の出力の電圧値にハイパスフィルタ回路36からの信号に混入するノイズ成分の絶対値分だけ高い基準電圧を加算する加算回路38と、負入力にハイパスフィルタ36からの出力を受け、正入力に加算回路からの出力を受ける比較回路39とからなる。比較回路39の正入力に印加される加算回路38からの信号は、ハイパスフィルタ36の入力信号の交流成分に相当するとともに、ノイズ成分の電圧値を上乗せしたものとなり、比較回路39は、この信号の電圧値とハイパスフィルタ36からの信号の電圧値を比較することとなる。これにより、スタート動作前ではハイパスフィルタ36からはノイズ成分のみが出力されているので比較回路39の出力は“H”となっているが、スタート動作が起きることにより圧力センサ2からの信号に数Hz以上の周波数成分が発生するのに従い、まず、ハイパスフィルタ回路36からの信号が立ち上がり、その電圧値は加算回路38のそれを越え、これを受けて比較回路39からの出力は“L”となり、これをもって位相ずれ検出とし、ひいてはスタート判定とするのである。なお、この回路構成においてハイパスフィルタ回路36に代わりバンドパスフィルタ回路を用いても良い。

【0051】次に第二実施例について述べる。10Hz程度の遮断周波数を持つハイパスフィルタ回路を用いれば図10に示すようなスタート判定装置も構成できる。同図において、上記各図に示したのと同じ番号は同じ構成要素を示してある。このスタート判定装置では、前段ローパスフィルタ回路31を介した圧力センサ2の出力信号がハイパスフィルタ回路36に出力されており、このハイパスフィルタ回路36の出力信号は、正入力に基準電圧源34からの基準電圧を受ける比較回路39の負入力に出力されている。このスタート判定装置では、図2の周波数スペクトル解析結果から分かるように、スタート動作により生じる圧力センサ2からの信号の高調波成分を検出してスタート動作を判定するのである。すな

わち、圧力センサ2からの信号に高調波成分が生じると、ハイパスフィルタ回路36の出力信号が基準電圧を越え、比較回路39の出力が“H”から“L”となり、これをもってスタート動作と判定する。この場合、上述したようにスタート動作の判定タイミングはタイミングTより遅れるが、その遅れが許容される用途にはこのような構成のスタート判定装置も使用できる。また、ハイパスフィルタ回路36に限らず、バンドパスフィルタ回路を使用しても良い。さらに、判定精度がある程度許容される場合、図11のaに示すように、ハイパスフィルタ回路としてコンデンサ40を設け、前段ローパスフィルタ回路31と比較回路39の負入力をコンデンサカップリングによるAC結合としても図10に示すものと同様の作用効果を実現できる。また、図11のbに示すように、図11のaの構成から前段ローパスフィルタ回路31を除き、圧力センサ2と比較回路39の負入力を直接AC結合しても良い。

【0052】また、本例においても図1のaに示したようなスターティングブロックシステムに用いることが可能である。

【0053】次に第三実施例について述べる。上記各実施例は、圧力センサへの加重の増加方向の変化を検出することによりスタート動作を判定するように構成されているが、本発明はこれに限るものではない。すなわち、ロッキングスタートを行う競技者の中には、スターティングブロックのフットプレートの上端側につま先を掛ける者があり、そのようなものが上述の数回の踏み動作を行った際、フットプレート上端より後方に位置する踵に体重が加わり、フットプレートには後方よりもむしろ下方に強く力が加わり、圧力センサに加わる力が急激に減少することがある。本例によれば、このようなロッキングスタートの際の加重減少をスタート動作と判定することも可能であり、以下にその具体例を示す。本例では、上記の第一実施例と同様に前段ローパスフィルタ31の出力信号とローパスフィルタ32の出力信号を比較する構成において、ウインドコンパレータを用い、ローパスフィルタ回路32の出力信号にそれぞれ所望の基準電圧を加算、減算して定まる二つの信号に挟まれる範囲から、前段ローパスフィルタ回路31の出力信号がはずれたことを検出することにより、スタート動作判定とする。これにより、図6に示したような圧力センサへの加重増加を示すスタート動作に加え、加重減少を示すロッキングスタートをも判定できるようにしたものである。

【0054】本例の構成は図12に示してあり、同図において図1に示したものと同一番号は同一構成要素を示してある。同図において、ウインドコンパレータ41は以下の回路から構成される。42は加算回路であり、ローパスフィルタ回路31の出力信号に第1の基準電圧を加算して出力する。43は減算回路であり、ローパスフィルタ回路31の出力信号に第2の基準電圧を減算して

出力する。44は、第1の比較回路であり、加算回路42の出力信号と前段ローパスフィルタ回路31の出力信号とをそれぞれ正入力、負入力に受け、前段ローパスフィルタ回路31の出力信号が加算回路42の出力信号を越えたときに出力を生ずる。ここでは、出力を“H”から“L”に変える。45は第二の比較回路であり、減算回路43の出力信号と前段ローパスフィルタ回路31の出力信号とをそれぞれ負入力正入力に受け、前段ローパスフィルタ回路31の出力信号が減算回路43の出力信号より低くなったときに出力を生ずる。ここでは出力を“H”から“L”に変える。ここで、第1、第2の基準電圧はそれぞれ第1の電圧源46、47から供給され、ともに圧力センサ2に3Kgの圧力を加えた際の圧力センサ2からの信号の電圧値に相当する値に設定してあることとするが、これに限らず、第1、第2の基準電圧は任意の値に設定できる。48は判定回路であり、ここでは第1、第2の比較回路44、45の出力を受けるANDゲートを用い、第1、第2の比較回路44、45の何れかに出力を生じたときに出力を生ずる。ここでは、出力を“H”から“L”に変える。

【0055】以上のように構成される本例の動作を負方向に加重減少を示すロッキングスタートを判定する場合を例に述べる。図13のA、BおよびCはそれぞれ図13の各端子A、BおよびCでの信号を示してある。図13に示すようにスタート動作前のタイミングT0において、端子Aの信号は端子Bの信号より低く、端子Cの信号より高い電圧値になっており、第1、第2の比較回路44、45の出力は共に“H”となっており、判定回路46の出力は“H”となっている。次にスタート動作が行われ、端子Aの信号の電圧値が負の側に急激に変化する。ここで、端子Aの信号に対して端子B、Cの信号の位相が遅れるため、タイミングT1において端子Aの信号の電圧値が端子Cのそれより低くなり、第2の比較回路45の出力が“L”となり、これを受ける判定回路48の出力が“L”となり、これをもってスタート動作と判定する。

【0056】また、加重増加を示すスタート動作を判定する場合、スタート動作前のタイミングでは同様に端子Aの信号は端子Bの信号より低く、端子Cの信号より高い電圧値になっており、第1、第2の比較回路44、45の出力は共に“H”となって判定回路46の出力は“H”となっている。スタート動作が行われると、この場合、端子Aの信号の電圧値が端子Bのそれより高くなり、第2の比較回路45の出力が“L”となって判定回路48の出力が“L”となり、これをもってスタート動作と判定する。

【0057】以上のように、本例では、上記の第一実施例のように圧力センサへの加重増加を示すスタート動作を遅滞無く確実に判定できるだけでなく、加重減少を示すロッキングスタートをも同様に判定できるのである。

【0058】また、本例においても図1のaに示したようなスターティングブロックシステムに用いることが可能である。なお、図13から分かるように加重減少を示すロッキングスタートを判定する場合でもタイミングT1におけるスタート動作の判定の後に圧力センサ2の加重が増加して判定回路48の出力は“H”となり、さらに、タイミングT2において端子Aの信号の電圧値は端子Bのそれより高くなって判定回路の出力が再び“L”となるが、実際にスターティングブロックシステムに用いる場合には、これをもってスタート動作と判定することはない。

【0059】次に本発明のその他の実施例について述べる。上記各実施例では、圧力センサからの信号はスタート判定装置に直接送られることとしたが、本発明はこれに限るものではなく、圧力センサとスタート判定装置の間に何らかの伝送手段を設けても良い。例えば、図14のaに示すように、第一実施例の構成において、圧力センサ2と前段ローパスフィルタ回路31との間に、圧力センサ2の信号をA/D（アナログ/デジタル）変換するA/D変換回路50と、このA/D変換回路50の信号を通信する通信回路51と、この通信回路51の信号をD/A（デジタル/アナログ）変換するD/A変換回路52とからなる伝送手段53を設けてもよい。実際には、伝送手段53のA/D変換回路50と通信回路51とを圧力センサ2とともにスターティングブロック1に設けることとし、D/A変換回路52をスタート判定装置3とともに設け、通信回路51とD/A変換回路52の間を信号線で結ぶこととする。このようにすれば、スタート判定装置3をスターティングブロック1から遠く離して設置することにより、スタート判定装置3とスターティングブロック1との間の信号線が極めて長くなるような場合でも、圧力センサ2の信号はいったんデジタル信号に変換されて送られた後、アナログ信号に変換されてスタート判定装置3に与えられるので、上記信号線でのノイズの影響を抑えることができる。なお、D/A変換後の波形にデジタル化による高い周波数の雑音成分が生じるが、これを抑えるため、A/D変換、D/A変換のビット精度を十分あげる（例えば、10～16ビット）とともに、A/D変換のサンプリング時間を短くする（例えば、1ミリ秒以下）必要がある。また、図14のaに示したように圧力センサの信号をD/A変換して伝送する他、V/F（電圧/周波数）変換して伝送しても良い。例えば、図14のbに示すように第一実施例の構成において、圧力センサ2と前段ローパスフィルタ回路31との間に、圧力センサ2の信号をV/F（電圧/周波数）変換するV/F変換回路60と、このV/F変換回路60の信号を通信する通信回路61と、この通信回路61の信号をF/V（周波数/電圧）変換するF/V変換回路62とからなる伝送手段63を設けてもよい。この場合も実際には、伝送手段63のV/F変換回

路60と通信回路61とを圧力センサ2とともにスターティングブロック1に設けることとし、F/V変換回路62をスタート判定装置3とともに設け、通信回路61とF/V変換回路62の間を信号線で結ぶこととなり、図14のaに示したものと同様に上記信号線が極めて長くなるような場合でもそれによるノイズの影響を抑えることができる。

【0060】さて、上記各実施例では、動作判定装置として、陸上競技用のスターティングブロックに就いた競技者のスタート動作を判定するスタート判定装置と、このスタート判定装置を用いたスターティングブロックシステムを示したが、本発明はこれに限るものではない。例えば、水泳競技用のそれにも用いることができる。さらに、本発明は以上に述べたスタート動作に限らず、加圧動作を伴う動作であれば、他の動作判定装置にも用いることができる。例えば、プッシュ動作を判定するプッシュ判定装置にも応用可能である。この場合、図示しないが、使用者が触れる目的のプッシュ部材に圧力センサを設け、図1bに示したスタート判定装置3と同様の回路構成のプッシュ判定装置に圧力センサからの出力を入力すれば良い。なお、プッシュ部材の目的により、ローパスフィルタ回路32の出力に加算する基準電圧は適宜に設定することとなる。例えば、指で押圧するプッシュ部材であれば極僅かな値で十分であるし、足で踏むようなものでは高い値に設定すれば良い。また、このプッシュ判定装置であれば、プッシュ動作に遅滞することなく判定できる利点、プッシュ部材に圧力が加えられていても静止状態では判定されずに実際のプッシュ動作のみを判定できるという利点、プッシュ動作のプッシュ圧力の強弱に関係なくプッシュ動作を判定できるという利点がある。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、検出対象の特定動作により、圧力センサの出力信号に特定周波数の信号が発生したときに動作判定とするため、検出対象の特定動作を遅滞なく判定することができる。また、圧力センサに加わる圧力の強弱に拘らずに特定動作を判定するため、従来のもののように圧力センサに加わる圧力絶対値のみによって特定動作を判定するものに比べ、特定動作の際に圧力センサに加える圧力の異なるさまざまな検出対象に対してより正確な動作判定が可能となる。例えば、競技用スターティングブロックに圧力センサを装着して競技者のスタート動作を判定するものにあつては、スタート動作を遅滞なく判定することができ、さまざまな競技者のスターティングブロックを蹴る際の圧力の強弱によるスタート判定タイミングのばらつきをなくし、より公正なスタート動作の判定が可能となり、ひいては、フォールスタート（不正スタート）判定の信頼性が向上する。

【0062】また、特定周波数より低い周波数を遮断す

るハイパスフィルタ回路を用いた場合、簡単な構成によって動作判定が可能である。

【0063】また、ウインドコンパレータを用いた場合、圧力センサへの加重増加を示すスタート動作を遅滞無く確実に判定できるだけでなく、加重減少を示すロッキングスタートをも同様に判定できるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例の構成を示すブロック図。

【図2】図1の動作説明のための波形図。

【図3】図1の動作説明のための波形図。

【図4】図1の動作説明のための波形図。

【図5】図1の動作説明のための波形図。

【図6】図1の動作説明のための波形図。

【図7】図1の動作説明のためのフローチャート。

【図8】図1の動作説明のための波形図。

【図9】第一実施例のスタート判定装置の変更例を示すブロック図。

【図10】本発明の第二実施例の構成を示すブロック図。

【図11】第二実施例のスタート判定装置の変更例を示すブロック図。

【図12】本発明の第三実施例の構成を示すブロック図。

図。

【図13】図12の動作説明のための波形図。

【図14】本発明のその他の実施例の構成を示すブロック図。

【図15】スターティングブロックの構成を示す説明図。

【図16】従来の技術の構成を示す説明図。

【図17】図16の動作説明のための波形図。

【図18】図16の動作説明のための波形図。

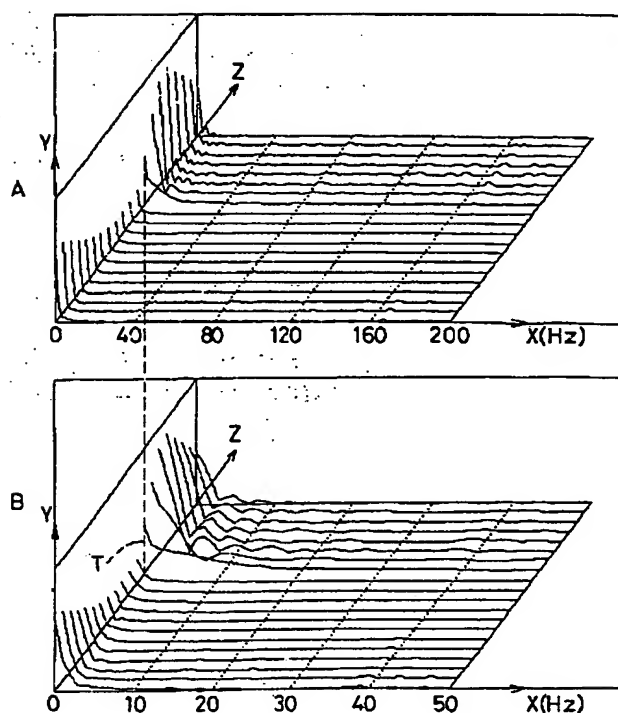
【図19】図16の動作説明のための波形図。

【図20】図16の動作説明のための波形図。

【符号の説明】

- 1 スターティングブロック（競技用スターティングブロック）
- 2 圧力センサ
- 3 スタート判定装置（検出回路）
- 3 1 前段ローパスフィルタ回路
- 3 2 ローパスフィルタ回路（移相回路）
- 3 3 比較回路（位相ずれ検出回路）
- 3 4 基準電圧源（位相ずれ検出回路）
- 3 5 加算回路（位相ずれ検出回路）
- 6 スタート音発生装置
- 7 不正スタート判定装置（判定装置）
- 4 1 ウインドコンパレータ
- 4 2 加算回路
- 4 3 減算回路
- 4 4 第1の比較回路
- 4 5 第2の比較回路
- 4 8 判定回路

【図2】



【図10】

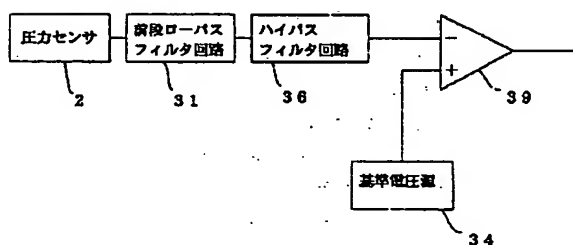
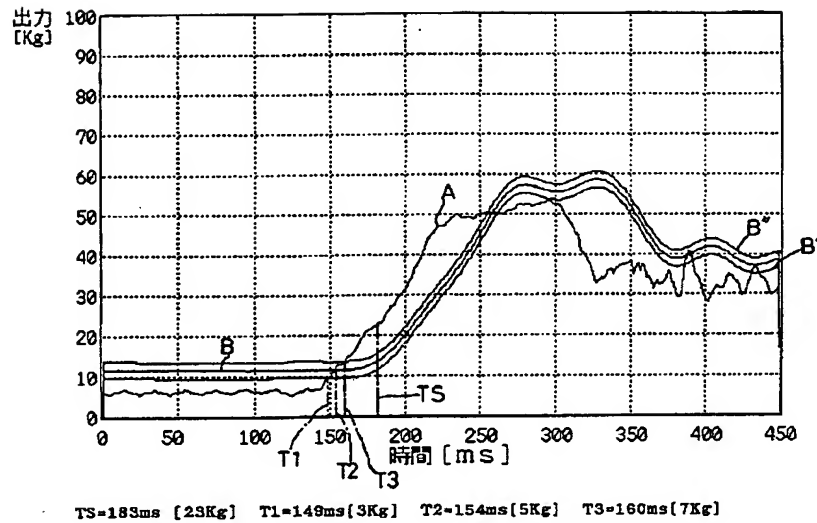


Figure 1 is a block diagram of the start signal processing system. It shows the following components and their interconnections:

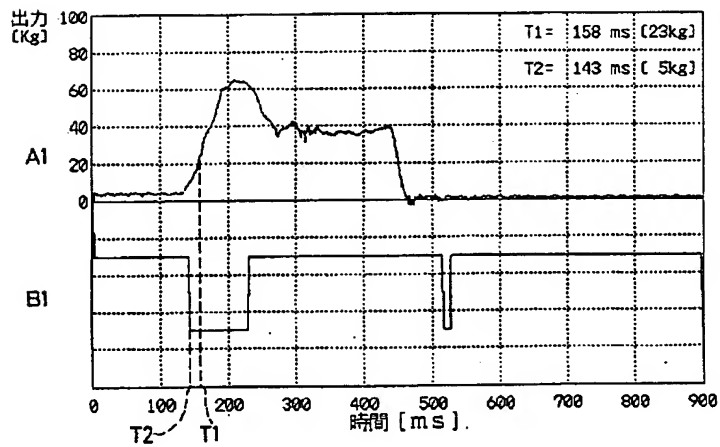
- Start Signal Generating Device (4):** Receives a signal from the handgun (5) and outputs a start signal to the Start Judgment Device (3).
- Start Judgment Device (3):** Multiple units that receive the start signal and output to the Abnormal Start Judgment Device (7).
- Abnormal Start Judgment Device (7):** Receives signals from the Start Judgment Device (3) and the Start Signal Generating Device (4). It outputs to the Printer Device (8) and the Start Signal Generating Device (6).
- Printer Device (8):** Receives signals from the Abnormal Start Judgment Device (7) and the Start Judgment Device (3).
- Start Signal Generating Device (6):** Receives a signal from the Abnormal Start Judgment Device (7) and outputs to the handgun (5).
- Handgun (5):** The device that generates the initial start signal.

Figure 1 is a block diagram of a pressure sensor circuit. It includes a pressure sensor (2) connected to a first-stage low-pass filter circuit (31). The output of the first-stage filter (31) is split: one path goes to an inverter (33) via terminal A, and the other path goes to a second-stage low-pass filter circuit (32) and then to a summing junction (+) (35). A reference voltage source (34) provides a signal to the summing junction (35) via terminal B. The output of the summing junction (35) is the final signal.

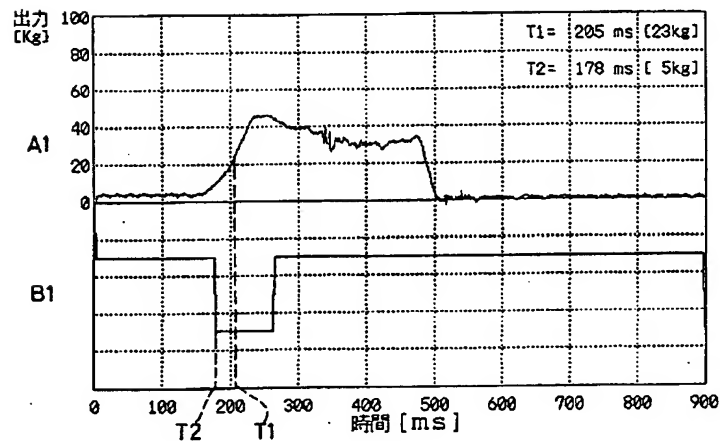
【図3】



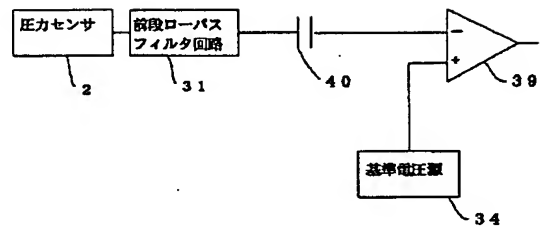
【図4】



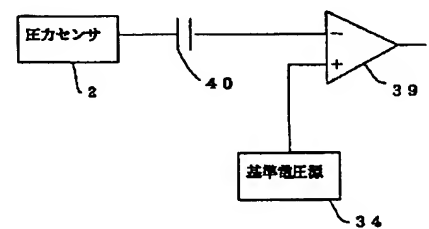
【図5】



【図11】

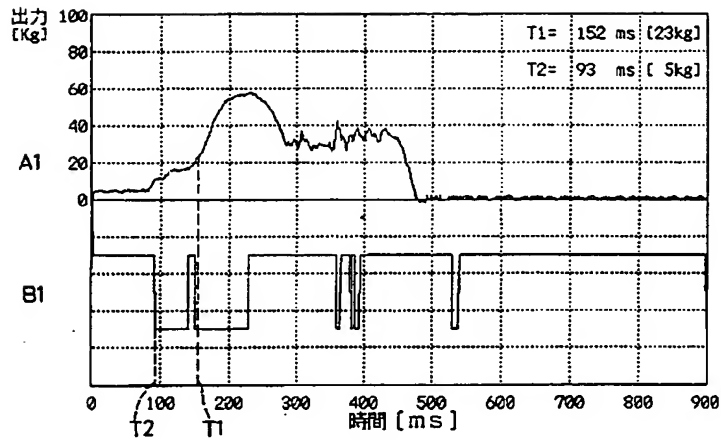


(a)



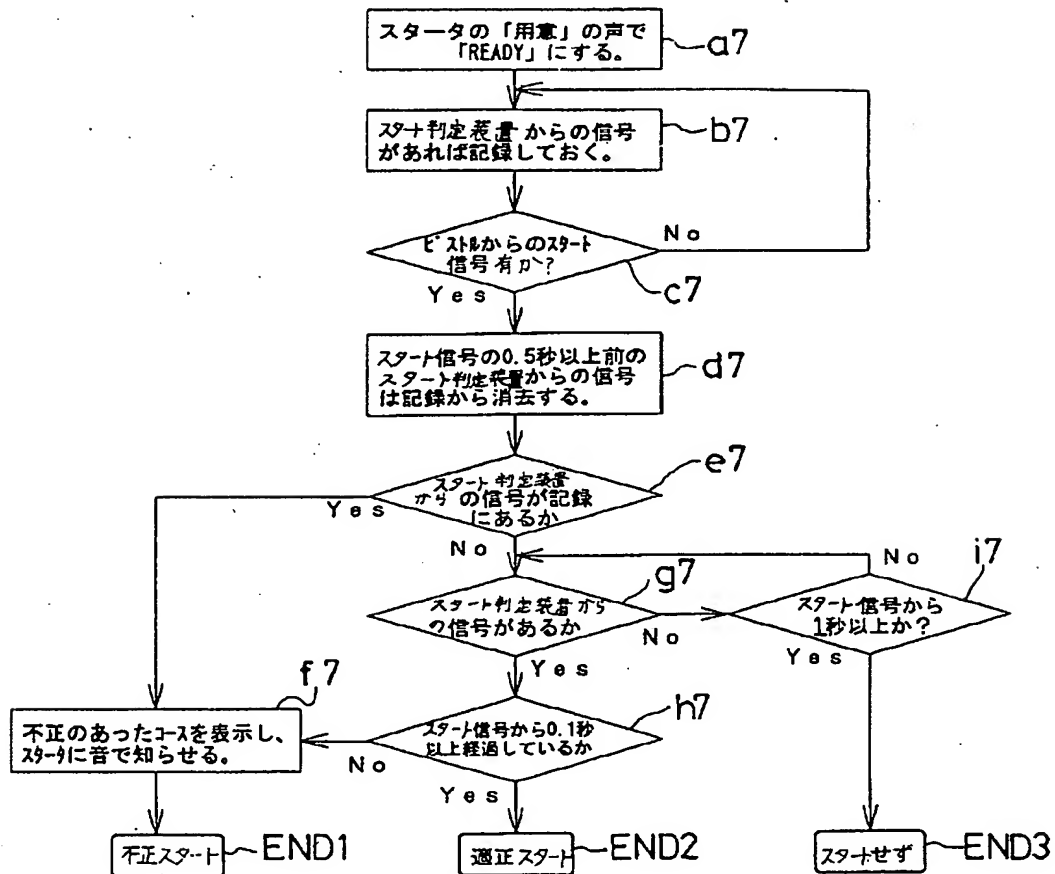
(b)

【図 6】

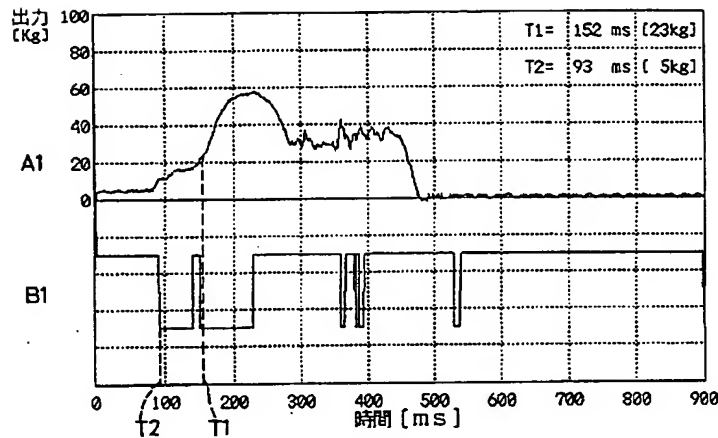


【図 7】

不正スタート判定フロー

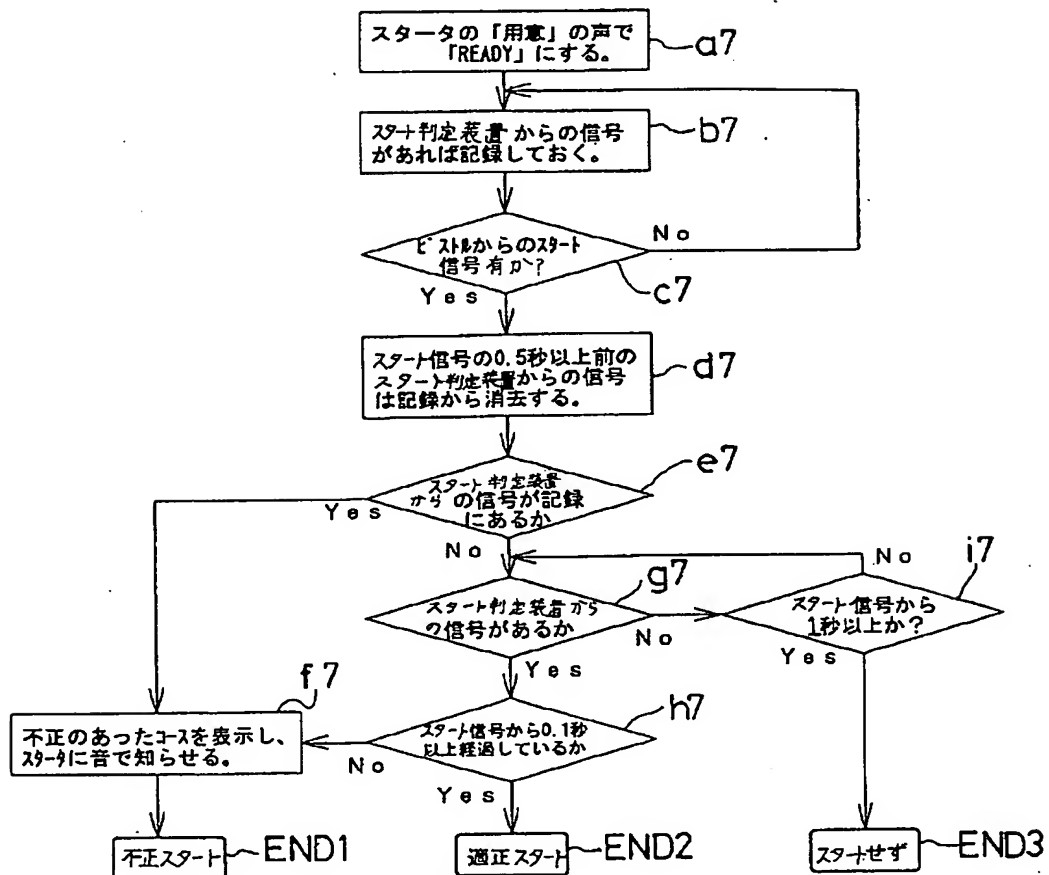


【図 6】

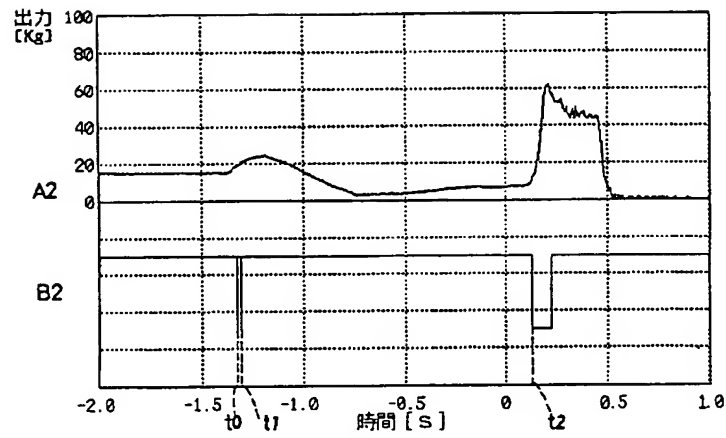


【図 7】

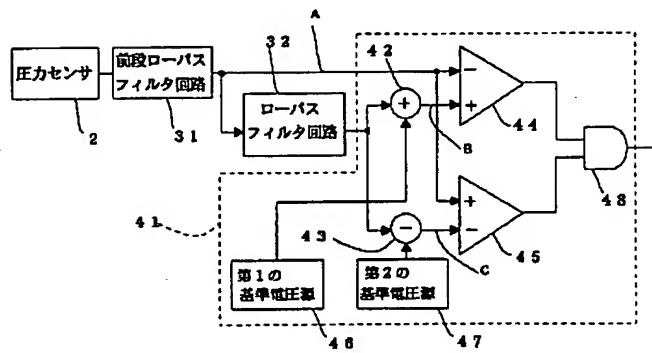
不正スタート判定フロー



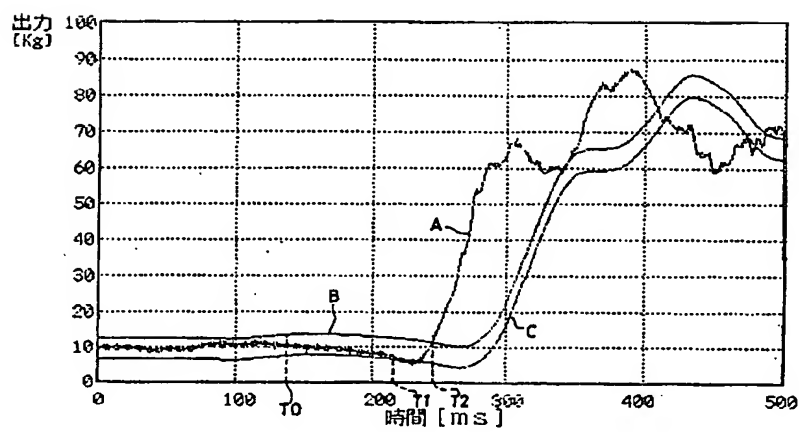
【図 8】



【図 12】

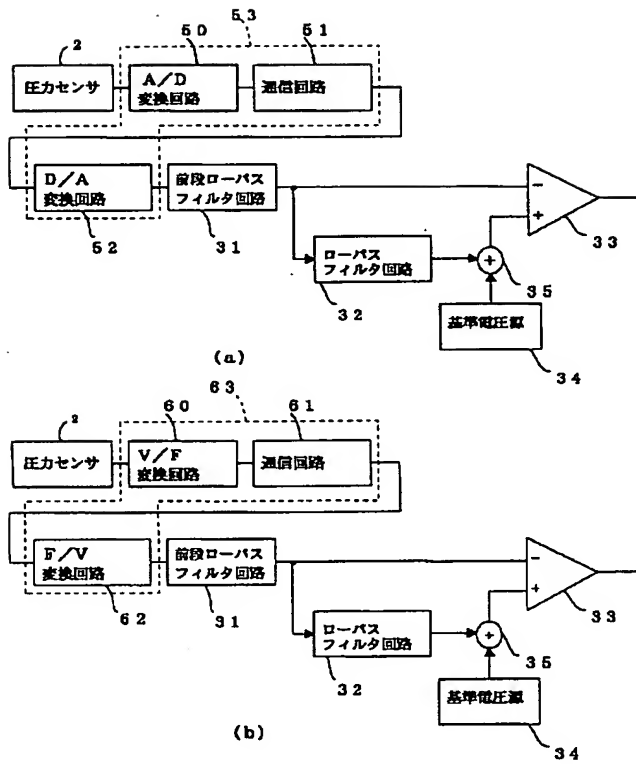


【図 13】

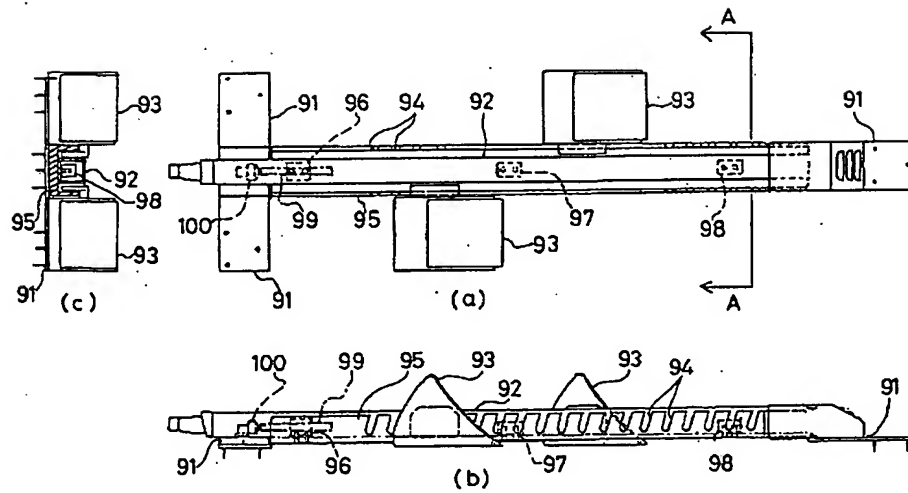


T2=243ms T1=223ms [3 Kg]

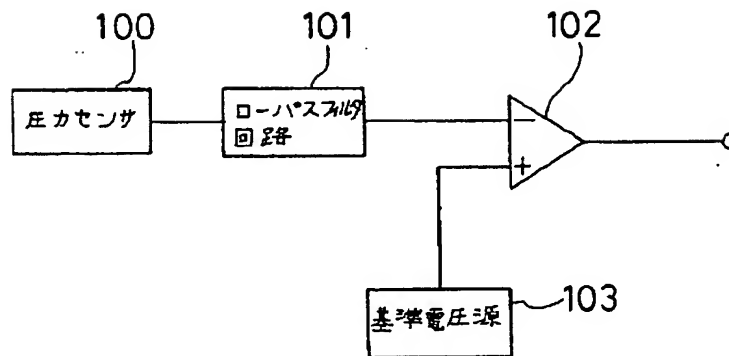
【図14】



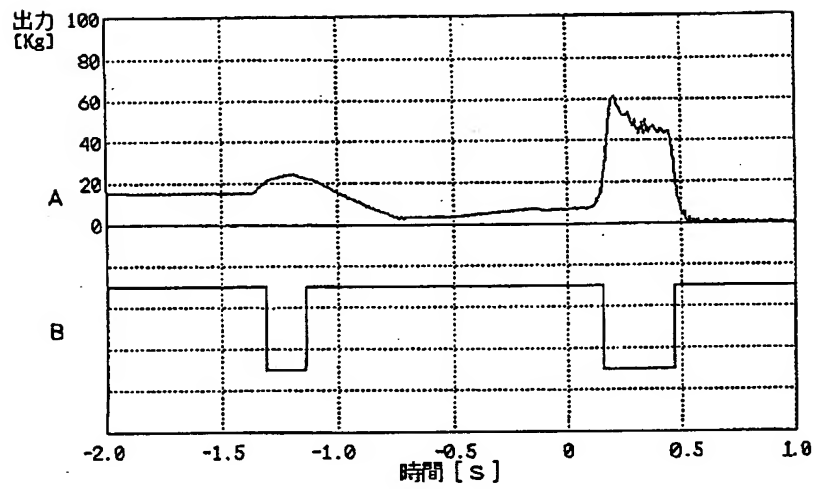
【図15】



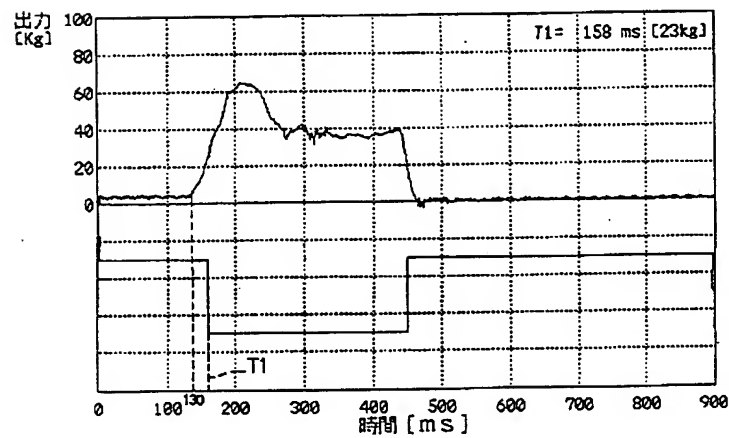
【図 16】



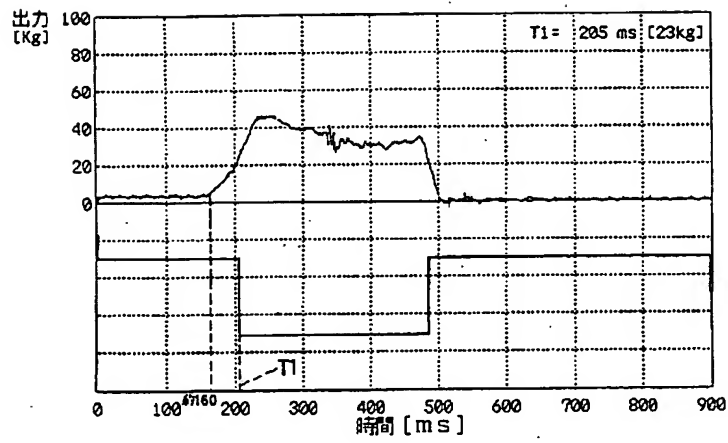
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【図 20】

